

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-152684

(43)Date of publication of application : 23.05.2003

(51)Int.Cl.

H04J 14/00  
G02B 6/293  
H04B 10/02  
H04J 14/02

(21)Application number : 2001-346316

(71)Applicant : MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(22)Date of filing : 12.11.2001

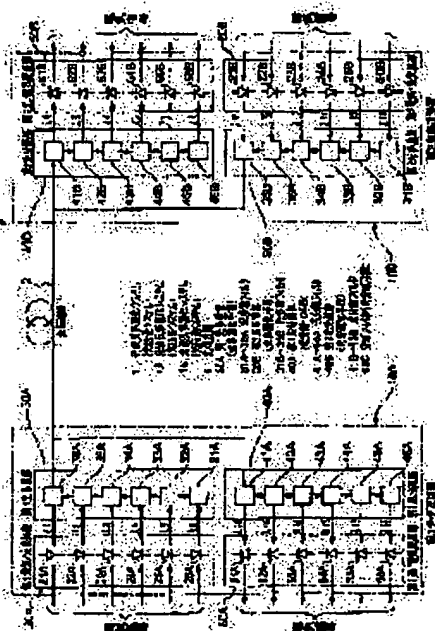
(72)Inventor : OKAWARA TATSUHIRO  
NEGISHI HIDEHIKO

## (54) OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM AND OPTICAL TRANSMITTING METHOD

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To solve a problem wherein an optical multiplexing part and an optical demultiplexing part are not suitable for long-distance optical multiplex transmission since the optical insertion loss of each of light wavelength can not be equally suppressed when the same filter characteristics are used for such parts.

**SOLUTION:** In an optical wavelength multiplexing system 1 having a first optical multiplexing part 30A for generating an optical multiplexed signal by multiplexing a plurality of optical signals having different light wavelengths, an optical transmission line 2 for transmitting the optical multiplexed signal and a second optical demultiplexing part 40B for demultiplexing and separating the optical signal of a desired light wavelength from the optical multiplexed signal when the optical multiplexed signal is received, on the basis of the order from the largest optical insertion loss for each light wavelength generated when generating the optical multiplexed signal in the first optical multiplexing part 30A, the second optical demultiplexing part 40B demultiplexes and extracts the optical signal of the desired light wavelength from the optical multiplexed signal.



Reference 1: JP2003-152684 A

[0033] An optical wavelength multiplexing system 1 illustrated in FIG.1 comprises a first optical transmission device 10A, an optical transmission line 2, and a second optical transmission device 10B. The first optical transmission device 10A generates a multiplexed up optical signal by converting a plurality of electric signals into optical signals each having different wavelengths and multiplexing each of the converted optical signals. The optical transmission line 2 transmits the multiplexed up optical signal generated by the first optical transmission device 10A. The second optical transmission device 10B, when receiving the multiplexed up optical signal from the first optical transmission device 10A via the optical transmission line 2, demultiplexes and extracts an optical signal having a desired wavelength from the multiplexed up optical signal and converts the demultiplexed and extracted optical signal into an electric signal.

[0034] The second optical transmission device 10B generates a multiplexed down optical signal by converting a plurality of electric signals into optical signals each having different wavelengths and multiplexing each of the converted optical signals. Then, the device 10B transmits the multiplexed down optical signal to the optical transmission line 2. The first optical transmission device 10A, when receiving the multiplexed down optical signal from the second optical transmission device 10B via the optical transmission line 2, demultiplexes and

extracts an optical signal having a desired wavelength from the multiplexed down optical signal and converts the demultiplexed and extracted optical signal into an electric signal.

[0035] For the optical transmission of the multiplexed up optical signal from the first optical transmission device 10A to the second optical transmission device 10B, for example, six light wavelengths of  $\lambda_1$  to  $\lambda_6$  are used. For the optical transmission of the multiplexed down optical signal from the second optical transmission device 10B to the first optical transmission device 10A, for example, six light wavelengths of  $\lambda_{11}$  to  $\lambda_{16}$  are used.

[0036] The first optical transmission device 10A includes a first electric-optical converter 20A composed of, for example, six light-emitting diodes, a first optical multiplexer 30A composed of a plurality of optical multiplexing filters, a first optical demultiplexer 40A composed of six optical demultiplexing filters, and a first optical-electric converter 50A composed of six light-receiving diodes. The converter 20A converts an electric signal into an optical signal having a predetermined wavelength. The multiplexer 30A generates the multiplexed up optical signal by multiplexing the optical signals having six different wavelengths ( $\lambda_1$  to  $\lambda_6$ ) converted by the light-emitting diodes in the first electric-optical converter 20A. The demultiplexer 40A, when receiving the multiplexed down optical signal from the second optical transmission device 10B via the optical transmission line 2, demultiplexes and extracts each of the optical signals having the wavelengths ( $\lambda_{11}$  to  $\lambda_{16}$ ) from

the multiplexed down optical signal. The converter 50A converts into electric signals the optical signals having the respective wavelengths each demultiplexed by the first optical demultiplexer 40A.

[0037] The first electric-optical converter 20A has a  $\lambda_1$  light-emitting diode 21A, a  $\lambda_2$  light-emitting diode 22A, a  $\lambda_3$  light-emitting diode 23A, a  $\lambda_4$  light-emitting diode 24A, a  $\lambda_5$  light-emitting diode 25A and a  $\lambda_6$  light-emitting diode 26.

The diode 21A converts an electric signal into the optical signal having the wavelength  $\lambda_1$ . The diode 22A converts an electric signal into the optical signal having the wavelength  $\lambda_2$ . The diode 23A converts an electric signal into the optical signal having the wavelength  $\lambda_3$ . The diode 24A converts an electric signal into the optical signal having the wavelength  $\lambda_4$ . The diode 25A converts an electric signal into the optical signal having the wavelength  $\lambda_5$ . The diode 26A converts an electric signal into the optical signal having the wavelength  $\lambda_6$ .

[0038] The first optical multiplexer 30A has a  $\lambda_6$  optical multiplexing filter 31A, a  $\lambda_5$  optical multiplexing filter 32A, a  $\lambda_4$  optical multiplexing filter 33A, a  $\lambda_3$  optical multiplexing filter 34A, a  $\lambda_2$  optical multiplexing filter 35A, and a  $\lambda_1$  optical multiplexing filter 36A. The filter 31A passes the optical signal having the wavelength  $\lambda_6$  from the  $\lambda_6$  light-emitting diode 26A. The filter 32A passes the optical signal having the wavelength  $\lambda_5$  from the  $\lambda_5$  light-emitting diode 25A, and multiplexes the optical signal having the wavelength  $\lambda_5$  and

the optical signal having the wavelength  $\lambda_6$  from the filter 31A. The filter 33A passes the optical signal having the wavelength  $\lambda_4$  from the  $\lambda_4$  light-emitting diode 24A, and multiplexes the optical signal having the wavelength  $\lambda_4$  and the multiplexed optical signal  $(\lambda_5+\lambda_6)$  multiplexed by the  $\lambda_5$  optical multiplexing filter 32A. The filter 34A passes the optical signal having the wavelength  $\lambda_3$  from the  $\lambda_3$  light-emitting diode 23A, and multiplexes the optical signal having the wavelength  $\lambda_3$  and the multiplexed optical signal  $(\lambda_4+\lambda_5+\lambda_6)$  multiplexed by the  $\lambda_4$  optical multiplexing filter 33A. The filter 35A passes the optical signal having the wavelength  $\lambda_2$  from the  $\lambda_2$  light-emitting diode 22, and multiplexes the optical signal having the wavelength  $\lambda_2$  and the multiplexed optical signal  $(\lambda_3+\lambda_4+\lambda_5+\lambda_6)$  multiplexed by the  $\lambda_3$  optical multiplexing filter 34A. The filter 36A passes the optical signal having the wavelength  $\lambda_1$  from the  $\lambda_1$  light-emitting diode 21A, and multiplexes the optical signal having the wavelength  $\lambda_1$  and the multiplexed optical signal  $(\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4+\lambda_5+\lambda_6)$  multiplexed by the  $\lambda_2$  optical multiplexing filter 35A to generate a multiplexed up optical signal  $(\lambda_1+\lambda_2+\lambda_3+\lambda_4+\lambda_5+\lambda_6)$ .

[0039] The second optical transmission device 10B includes a second electric-optical converter 20B composed of six light-emitting diodes, a second optical multiplexer 30B composed of six optical multiplexing filters, a second optical demultiplexer 40B composed of six optical demultiplexing filters, and a second optical-electric converter 50B composed of six

light-receiving diodes. The converter 20B converts an electric signal into an optical signal having a predetermined wavelength. The multiplexer 30B generates the multiplexed down optical signal by multiplexing the optical signals having six different wavelengths ( $\lambda_1$  to  $\lambda_6$ ) converted by the light-emitting diodes in the second electric-optical converter 20B. The demultiplexer 40B, when receiving the multiplexed up optical signal from the first optical transmission device 10A via the optical transmission line 2, demultiplexes and extracts each of the optical signals having wavelengths ( $\lambda_1$  to  $\lambda_6$ ) from the multiplexed up optical signal. The converter 50B converts into electric signals the optical signals having the respective wavelengths each demultiplexed by the second optical demultiplexer 40B.

[0040] The second optical demultiplexer 40B has a  $\lambda_6$  optical demultiplexing filter 41B, a  $\lambda_5$  optical demultiplexing filter 42B, a  $\lambda_4$  optical demultiplexing filter 43B, a  $\lambda_3$  optical demultiplexing filter 44B, a  $\lambda_2$  optical demultiplexing filter 45B and a  $\lambda_1$  optical demultiplexing filter 46B. The filter 41B demultiplexes and extracts the optical signal having the wavelength  $\lambda_6$  from the multiplexed up optical signal ( $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6$ ). The filter 42B demultiplexes and extracts the optical signal having the wavelength  $\lambda_5$  from the multiplexed optical signal ( $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5$ ) demultiplexed by the  $\lambda_6$  optical demultiplexing filter 41B. The filter 43B demultiplexes and extracts the optical signal having the wavelength  $\lambda_4$  from the multiplexed optical signal ( $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4$ )

demultiplexed by the  $\lambda_5$  optical demultiplexing filter 42B. The filter 44B demultiplexes and extracts the optical signal having the wavelength  $\lambda_3$  from the multiplexed optical signal ( $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3$ ) demultiplexed by the  $\lambda_4$  optical demultiplexing filter 43B. The filter 45B demultiplexes and extracts the optical signal having the wavelength  $\lambda_2$  from the multiplexed optical signal ( $\lambda_1 + \lambda_2$ ) demultiplexed by the  $\lambda_3$  optical demultiplexing filter 44B. The filter 46B demultiplexes and extracts the optical signal having the wavelength  $\lambda_1$  from the multiplexed optical signal ( $\lambda_1$ ) demultiplexed by the  $\lambda_2$  optical demultiplexing filter 45B.

[0041] The second optical-electric converter 50B has a  $\lambda_6$  light-receiving diode 51B, a  $\lambda_5$  light-receiving diode 52B, a  $\lambda_4$  light-receiving diode 53B, a  $\lambda_3$  light-receiving diode 54B, a  $\lambda_2$  light-receiving diode 55B, and a  $\lambda_1$  light-receiving diode 56B. The diode 51B converts into an electric signal the optical signal having the wavelength  $\lambda_6$  which is demultiplexed and extracted by the  $\lambda_6$  optical demultiplexing filter 41B. The diode 52B converts into an electric signal the optical signal having the wavelength  $\lambda_5$  which is demultiplexed and extracted by the  $\lambda_5$  optical demultiplexing filter 42B. The diode 53B converts into an electric signal the optical signal having the wavelength  $\lambda_4$  which is demultiplexed and extracted by the  $\lambda_4$  optical demultiplexing filter 43B. The diode 54B converts into an electric signal the optical signal having the wavelength  $\lambda_3$  which is demultiplexed and extracted by the  $\lambda_3$  optical demultiplexing filter 44B. The diode 55B converts into an electric signal the optical signal having the wavelength  $\lambda_2$

which is demultiplexed and extracted by the  $\lambda_2$  optical demultiplexing filter 45B. The diode 56B converts into an electric signal the optical signal having the wavelength  $\lambda_1$  which is demultiplexed and extracted by the  $\lambda_1$  optical demultiplexing filter 46B.

[0042] Namely, when focusing on the multiplexed up optical signal from the first optical transmission device 10A to the second optical transmission device 10B, the point of the present invention resides in the configuration between the optical multiplexing filters 31A to 36A in the first optical multiplexer 30A of the first optical transmission device 10A and the optical demultiplexing filters 41B to 46B in the second optical demultiplexer 40B of the second optical transmission device 10B.

[0043] In the first optical multiplexer 30A of the first optical transmission device 10A, the configuration is performed in the order of the  $\lambda_6$  optical multiplexing filter 31A, the  $\lambda_5$  optical multiplexing filter 32A, the  $\lambda_4$  optical multiplexing filter 33A, the  $\lambda_3$  optical multiplexing filter 34A, the  $\lambda_2$  optical multiplexing filter 35A, and the  $\lambda_1$  optical multiplexing filter 36A. Accordingly, the optical signal having the wavelength  $\lambda_6$  requires the largest number of filter passages, and the number of filter passages decreases in the order of  $\lambda_5$ ,  $\lambda_4$ ,  $\lambda_3$ ,  $\lambda_2$  and  $\lambda_1$ . As a result, insertion loss for the optical signal having the wavelength  $\lambda_6$  is the largest.

[0044] In the second optical demultiplexer 40B of the second optical transmission device 10B, the configuration is performed



in the order of the  $\lambda_6$  optical demultiplexing filter 41B, the  $\lambda_5$  optical demultiplexing filter 42B, the  $\lambda_4$  optical demultiplexing filter 43B, the  $\lambda_3$  optical demultiplexing filter 44B, the  $\lambda_2$  optical demultiplexing filter 45B, and the  $\lambda_1$  optical demultiplexing filter 46B. That is, the configuration is performed in descending order of the number of filter passages (optical insertion loss) in the first optical multiplexer 30A. Accordingly, the number of filter passages increases in the order of  $\lambda_6$ ,  $\lambda_5$ ,  $\lambda_4$ ,  $\lambda_3$ ,  $\lambda_2$  and  $\lambda_1$ . For example, the optical signal having the wavelength  $\lambda_6$  requires a total of 7 filter passages, namely, the  $\lambda_6$  optical multiplexing filter 31A, the  $\lambda_5$  optical multiplexing filter 32A, the  $\lambda_4$  optical multiplexing filter 33A, the  $\lambda_3$  optical multiplexing filter 34A, the  $\lambda_2$  optical multiplexing filter 35A, the  $\lambda_1$  optical multiplexing filter 36A, and the  $\lambda_6$  optical demultiplexing filter 41B. The optical signal having the wavelength  $\lambda_1$  requires a total of 7 filter passages, namely, the  $\lambda_1$  optical multiplexing filter 36A, the  $\lambda_6$  optical demultiplexing filter 41B, the  $\lambda_5$  optical demultiplexing filter 42B, the  $\lambda_4$  optical demultiplexing filter 43B, the  $\lambda_3$  optical demultiplexing filter 44B, the  $\lambda_2$  optical demultiplexing filter 45B, and the  $\lambda_1$  optical demultiplexing filter 46B.

[0045] That is, the optical demultiplexing filters for the respective optical wavelengths are arranged such that the number of filter passages for the optical signals having the respective wavelengths is the same between the first optical multiplexer 30A and the second optical demultiplexer 40B. Therefore, the

optical insertion loss is also the same.

[0067] (Second Embodiment)

Next, an optical wavelength multiplexing system illustrating a second embodiment will be described. FIG.3 is a block diagram illustrating a schematic structure of the inside of the optical wavelength multiplexing system illustrating the second embodiment. The same elements as those of the optical wavelength multiplexing system 1 illustrated in FIG.1 are indicated by the same reference numerals as in FIG.1, and redundant description of the structure and operation is omitted.

[0068] An optical wavelength multiplexing system 1A illustrated in FIG.3 differs from the optical wavelength multiplexing system 1 illustrated in FIG.1 in that a second optical demultiplexer 60B of the second optical transmission device 10B has a function of demultiplexing the multiplexed up optical signal into a multiplexed optical signal in each wavelength band and demultiplexing and extracting the optical signal having each wavelength from the demultiplexed multiplexed optical signal in each wavelength band. In the second embodiment, for example, light wavelengths of  $\lambda_1$  to  $\lambda_3$  are used as a light wavelength in a long wavelength band, and light wavelengths of  $\lambda_4$  to  $\lambda_6$  are used as a light wavelength in a medium wavelength band.

[0069] The second optical demultiplexer 60B of the second optical transmission device 10B illustrated in FIG.3 has an optical wavelength band demultiplexing filter 65B, a long-wavelength band demultiplexer 70B and a medium-wavelength band demultiplexer 80B. The filter 65B demultiplexes the

multiplexed up optical signal ( $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6$ ) from the first optical transmission device 10A via the optical transmission line 2 into a multiplexed optical signal in each wavelength band, for example, into a multiplexed optical signal ( $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3$ ) in the long-wavelength band and a multiplexed optical signal ( $\lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6$ ) in the medium-wavelength band. The demultiplexer 70B demultiplexes and extracts the optical signal having the wavelength in the long-wavelength band from the multiplexed optical signal ( $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3$ ) in the long-wavelength band demultiplexed by the optical wavelength band demultiplexing filter 65B. The demultiplexer 80B demultiplexes and extracts the optical signal having the wavelength in the medium-wavelength band from the multiplexed optical signal ( $\lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6$ ) in the medium-wavelength band demultiplexed by the optical wavelength band demultiplexing filter 65B.

[0070] The long-wavelength band demultiplexer 70B has a  $\lambda_3$  optical demultiplexing filter 71B, a  $\lambda_2$  optical demultiplexing filter 72B, and a  $\lambda_1$  optical demultiplexing filter 73B. The filter 71B demultiplexes and extracts the optical signal having the wavelength  $\lambda_3$  from the multiplexed optical signal ( $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3$ ) in the long-wavelength band. The filter 72B demultiplexes and extracts the optical signal having the wavelength  $\lambda_2$  from the multiplexed optical signal ( $\lambda_1 + \lambda_2$ ) demultiplexed by the  $\lambda_3$  optical demultiplexing filter 71B. The filter 73B demultiplexes and extracts the optical signal having the wavelength  $\lambda_1$  from the multiplexed optical signal ( $\lambda_1$ ) demultiplexed by the  $\lambda_2$  optical demultiplexing filter 72B.

[0071] The medium-wavelength band demultiplexer 80B has a  $\lambda_6$  optical demultiplexing filter 81B, a  $\lambda_5$  optical demultiplexing filter 82B, and a  $\lambda_4$  optical demultiplexing filter 83B. The filter 81B demultiplexes and extracts the optical signal having the wavelength  $\lambda_6$  from the multiplexed optical signal ( $\lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6$ ) in the medium-wavelength band. The filter 82B demultiplexes and extracts the optical signal having the wavelength  $\lambda_5$  from the multiplexed optical signal ( $\lambda_4 + \lambda_5$ ) demultiplexed by the  $\lambda_6$  optical demultiplexing filter 81B. The filter 83B demultiplexes and extracts the optical signal having the wavelength  $\lambda_4$  from the multiplexed optical signal ( $\lambda_4$ ) demultiplexed by the  $\lambda_5$  optical demultiplexing filter 82B.

[0072] Next, operations of the optical wavelength multiplexing system 1A illustrating the second embodiment will be described.

[0073] Here, description will be made by focusing on a case where the optical signal having the wavelength  $\lambda_1$  is demultiplexed and extracted by the second optical transmission device 10B.

[0074] The  $\lambda_1$  optical multiplexing filter 36A within the first optical multiplexer 30A of the first optical transmission device 10A transmits the multiplexed up optical signal ( $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3 + \lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6$ ) to the second optical transmission device 10B via the optical transmission line 2.

[0075] The optical wavelength band demultiplexing filter 65B of the second optical transmission device 10B demultiplexes the multiplexed up optical signal into the multiplexed optical signal ( $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3$ ) in the long-wavelength band and the

multiplexed optical signal ( $\lambda_4 + \lambda_5 + \lambda_6$ ) in the medium-wavelength band. Then, the filter 65B transmits the multiplexed optical signal in the long-wavelength band to the long-wavelength band demultiplexer 70B and transmits the multiplexed optical signal in the medium-wavelength band to the medium-wavelength band demultiplexer 80B.

[0076] The  $\lambda_3$  optical demultiplexing filter 71B of the long-wavelength band demultiplexer 70B demultiplexes and extracts the optical signal having the wavelength  $\lambda_3$  from the multiplexed optical signal ( $\lambda_1 + \lambda_2 + \lambda_3$ ) in the long-wavelength band. Then, the filter 71B inputs the demultiplexed and extracted optical signal having the wavelength  $\lambda_3$  to the  $\lambda_3$  light-receiving diode 54B. The  $\lambda_3$  light-receiving diode 54B converts the optical signal having the wavelength  $\lambda_3$  into an electric signal and outputs this electric signal.

[0077] The  $\lambda_2$  optical demultiplexing filter 72B of the long-wavelength band demultiplexer 70B demultiplexes and extracts the optical signal having the wavelength  $\lambda_2$  from the multiplexed optical signal ( $\lambda_1 + \lambda_2$ ) in the long-wavelength band demultiplexed by the  $\lambda_3$  optical demultiplexing filter 71B. Then, the filter 72B inputs the demultiplexed and extracted optical signal having the wavelength  $\lambda_2$  to the  $\lambda_2$  light-receiving diode 55B. The  $\lambda_2$  light-receiving diode 55B converts the optical signal having the wavelength  $\lambda_2$  into an electric signal and outputs this electric signal.

[0078] The  $\lambda_1$  optical demultiplexing filter 73B of the long-wavelength band demultiplexer 70B demultiplexes and

extracts the optical signal having the wavelength  $\lambda_1$  from the multiplexed optical signal ( $\lambda_1$ ) in the long-wavelength band demultiplexed by the  $\lambda_2$  optical demultiplexing filter 72B. Then, the filter 73B inputs the demultiplexed and extracted optical signal having the wavelength  $\lambda_1$  to the  $\lambda_1$  light-receiving diode 56B. The  $\lambda_1$  light-receiving diode 56B converts the optical signal having the wavelength  $\lambda_1$  into an electric signal and outputs this electric signal.

[0079] That is, in the first embodiment, the optical signal having the wavelength  $\lambda_1$  requires a total of 7 filter passages. In contrast, in the second embodiment, the optical signal having the wavelength  $\lambda_1$  requires only a total of 5 filter passages, namely, the  $\lambda_1$  optical multiplexing filter 36A, the optical wavelength band demultiplexing filter 65B, the  $\lambda_3$  optical demultiplexing filter 71B,  $\lambda_2$  optical demultiplexing filter 72B, and  $\lambda_1$  optical demultiplexing filter 73B of the long-wavelength band demultiplexer 70B. Therefore, the optical insertion loss can be suppressed by just that much.

[0080] According to the second embodiment, the optical wavelength band demultiplexing filter 65B which demultiplexes the multiplexed optical signal into a multiplexed optical signal in each wavelength band is disposed in a stage preceding the stage of the long-wavelength band demultiplexer 70B and the medium-wavelength band demultiplexer 80B. Accordingly, optical demultiplexing can be performed on an optical wavelength band basis and therefore, the number of filter passages within the long-wavelength band demultiplexer 70B and the

medium-wavelength band demultiplexer 80B is reduced. As a result, the optical insertion loss can be suppressed to cope with long-distance optical transmission.

[0100] According to the optical transmission method of the present invention, an optical signal having a desired wavelength is demultiplexed and extracted from a multiplexed optical signal in the descending order of the optical insertion loss for each light wavelength caused when generating the multiplexed optical signal. Therefore, even when using the same filter characteristics, total optical insertion loss required to multiplex and demultiplex the optical signal having each wavelength can be equally suppressed as much as possible to cope with the long-distance optical multiplexing transmission.

FIG.1

第1光伝送装置: FIRST OPTICAL TRANSMISSION DEVICE

第1電気/光変換部: FIRST ELECTRIC-OPTICAL CONVERTER

第1光多重部: FIRST OPTICAL MULTIPLEXER

第1光/電気変換部: FIRST OPTICAL-ELECTRIC CONVERTER

第1光分離部: FIRST OPTICAL DEMULTIPLEXER

第2光伝送装置: SECOND OPTICAL TRANSMISSION DEVICE

第2光分離部: SECOND OPTICAL DEMULTIPLEXER

第2光/電気変換部: SECOND OPTICAL-ELECTRIC CONVERTER

第2光多重部: SECOND OPTICAL MULTIPLEXER

第2電気/光変換部: SECOND ELECTRIC-OPTICAL CONVERTER

電気信号: ELECTRIC SIGNAL

光伝送路: OPTICAL TRANSMISSION LINE

1, 1A, 1B: OPTICAL WAVELENGTH MULTIPLEXING SYSTEM (OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM)  
2: OPTICAL TRANSMISSION LINE  
30A: FIRST OPTICAL MULTIPLEXER (OPTICAL MULTIPLEXING SECTION)  
31A to 36A: OPTICAL MULTIPLEXING FILTER  
30B: SECOND OPTICAL MULTIPLEXER (OPTICAL MULTIPLEXING SECTION)  
31B to 36B: OPTICAL MULTIPLEXING FILTER  
40A: FIRST OPTICAL DEMULTIPLEXER (OPTICAL DEMULTIPLEXING SECTION)  
41A to 46A: OPTICAL DEMULTIPLEXING FILTER  
40B: SECOND OPTICAL DEMULTIPLEXER (OPTICAL DEMULTIPLEXING SECTION)  
41B to 46B: OPTICAL DEMULTIPLEXING FILTER  
90C: BRANCH FILTER (OPTICAL BRANCHING SECTION)

FIG.3

第1光伝送装置: FIRST OPTICAL TRANSMISSION DEVICE  
第1電気/光変換部: FIRST ELECTRIC-OPTICAL CONVERTER  
第1光多重部: FIRST OPTICAL MULTIPLEXER  
第2光伝送装置: SECOND OPTICAL TRANSMISSION DEVICE  
長波帯分離部: LONG-WAVELENGTH BAND DEMULTIPLEXER  
第2光/電気変換部: SECOND OPTICAL-ELECTRIC CONVERTER  
中波帯分離部: MEDIUM-WAVELENGTH BAND DEMULTIPLEXER  
光波長帯分離フィルタ: OPTICAL WAVELENGTH BAND DEMULTIPLEXING FILTER  
電気信号: ELECTRIC SIGNAL  
光伝送路: OPTICAL TRANSMISSION LINE



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-152684

(P2003-152684A)

(43)公開日 平成15年5月23日(2003.5.23)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
H 0 4 J 14/00		H 0 4 B 9/00	E 5 K 0 0 2
G 0 2 B 6/293		C 0 2 B 6/28	B
H 0 4 B 10/02			C
H 0 4 J 14/02		H 0 4 B 9/00	U

審査請求 未請求 請求項の数6 O L (全 14 頁)

(21)出願番号 特願2001-346316(P2001-346316)

(22)出願日 平成13年11月12日(2001.11.12)

(71)出願人 000003821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 大川原 龍弘

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

(72)発明者 根岸 英彦

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1

号 松下通信工業株式会社内

(74)代理人 100083954

弁理士 青木 輝夫

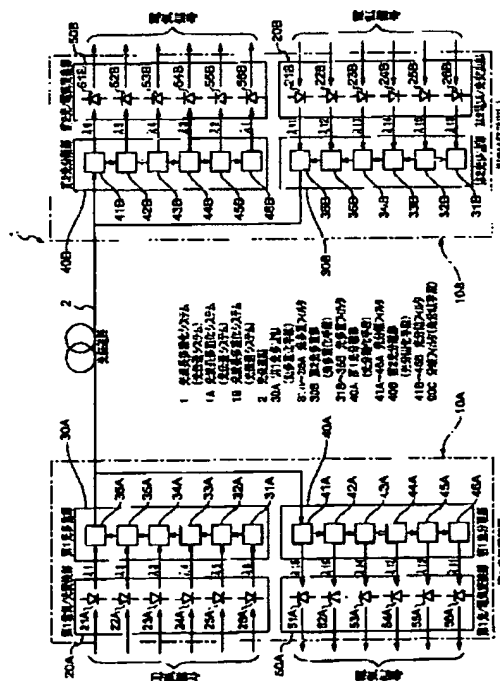
Fターム(参考) 5K002 BA05 CA01 DA02 FA01

(54)【発明の名称】 光伝送システム及び光伝送方法

(57)【要約】

【課題】 光多重部及び光分離部に同一フィルタ特性を用いた場合、各光波長の光挿入損失が均等に抑制できないため、長距離の光多重伝送に適していない。

【解決手段】 複数の異なる光波長の光信号を多重化して光多重化信号を生成する第1光多重部30Aと、光多重化信号を伝送する光伝送路2と、光多重化信号を受信すると、光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出する第2光分離部40Bとを有する光波長多重化システム1であって、第2光分離部40Bは、第1光多重部30Aにて光多重化信号を生成する際に生じた光波長毎の光挿入損失が多い順序に基づいて、光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出するようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の異なる光波長の光信号を多重化して光多重化信号を生成する光多重化手段と、前記光多重化手段で生成した前記光多重化信号を送信する光伝送路と、前記光伝送路を通じて前記光多重化信号を受信すると、前記光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出する光分離化手段とを有する光伝送システムであって、

前記光分離化手段は、

前記光多重化手段にて前記光多重化信号を生成する際に生じた光波長毎の光挿入損失が多い順序に基づいて、前記光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出することを特徴とする光伝送システム。

【請求項2】 前記光多重化手段は、

所定の光波長の光信号を透過すると共に、前記所定の光波長の光信号以外の光信号を反射する光多重フィルタを光波長毎に所定順序に配置することで構成し、前記所定順序の最終段に配置された光多重フィルタで前記光多重化信号を生成すると共に、

前記光分離化手段は、

前記光多重化信号から前記所定の光波長の光信号を透過すると共に、前記所定の光波長の光信号以外の光信号を反射する光分離フィルタを光波長毎に前記所定順序とは反対順序に配置することで構成し、各光分離フィルタで前記光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出することを特徴とする請求項1記載の光伝送システム。

【請求項3】 前記光多重化手段は、

所定の光波長の光信号を透過すると共に、前記所定の光波長の光信号以外の光信号を反射する光多重フィルタを光波長毎に所定順序に配置することで構成し、前記所定順序の最終段に配置された光多重フィルタで前記光多重化信号を生成すると共に、

前記光分離化手段は、

前記光多重化信号から光波長帯毎の光多重化信号に分離する光波長帯分離フィルタを有し、

前記所定の光波長帯内の所定の光波長の光信号を透過すると共に、前記所定の光波長の光信号以外の光信号を反射する光波長毎の光分離フィルタを前記光波長帯毎に、前記光多重化信号を生成する際に生じた光波長毎の光挿入損失が多い順に配置することで構成し、各光分離フィルタで前記光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出することを特徴とする請求項1記載の光伝送システム。

【請求項4】 前記光多重化手段及び前記光分離化手段間の光伝送路には、前記光多重化手段からの光多重化信号に含まれる一部の光信号のみを分岐する光分岐手段を有することを特徴とする請求項1、2又は3記載の光伝送システム。

【請求項5】 前記光信号は、波長選択性光源から発光することを特徴とする請求項1、2、3又は4記載の光

伝送システム。

【請求項6】 複数の異なる光波長の光信号を多重化して光多重化信号を生成し、この光多重化信号を、光伝送路を通じて伝送し、前記光伝送路を通じて前記光多重化信号を受信すると、前記光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出する光伝送方法であって、前記光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出する場合、前記光多重化信号を生成する際に生じた光波長毎の光挿入損失が多い順序に基づいて、前記光多重化信号から前記所望の光波長の光信号を分離抽出することを特徴とする光伝送方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、例えば複数の異なる光波長の光信号を多重化して光多重化信号を送信し、この光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出する光波長多重化システム等の光伝送システムに関する。

【0002】

【従来の技術】従来、このような光伝送システムとしては、光波長多重化システムが知られている。図5は従来技術の光伝送システムである光波長多重化システム内部の概略構成を示すブロック図である。

【0003】図5に示す光波長多重化システム100

は、複数の電気信号を夫々異なる光波長の光信号に変換し、この変換した光信号を夫々多重化して光多重化信号を生成する第1光伝送装置100Aと、この第1光伝送装置100Aで生成した光多重化信号を送信する光伝送路101と、この光伝送路101を通じて光多重化信号を受信すると、この光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出し、この分離抽出した光信号を電気信号に変換する第2光伝送装置100Bとを有している。

【0004】第1光伝送装置100Aは、電気信号を所定の光波長の光信号に変換する、例えば6つの発光ダイオードで構成した第1電気/光変換部110Aと、この第1電気/光変換部110A内の発光ダイオードで変換された6つの異なる光波長の光信号( $\lambda 1 \sim \lambda 6$ )を多重化する複数の光多重フィルタで構成する第1光多重部120Aとを有している。

【0005】図5に示す第1電気/光変換部110A

は、電気信号を $\lambda 1$ の光波長の光信号に変換する $\lambda 1$ 発光ダイオード111Aと、電気信号を $\lambda 2$ の光波長の光信号に変換する $\lambda 2$ 発光ダイオード112Aと、電気信号を $\lambda 3$ の光波長の光信号に変換する $\lambda 3$ 発光ダイオード113Aと、電気信号を $\lambda 4$ の光波長の光信号に変換する $\lambda 4$ 発光ダイオード114Aと、電気信号を $\lambda 5$ の光波長の光信号に変換する $\lambda 5$ 発光ダイオード115Aと、電気信号を $\lambda 6$ の光波長の光信号に変換する $\lambda 6$ 発光ダイオード116Aとを有している。

【0006】さらに、第1光多重部120Aは、 $\lambda 6$ 発

光ダイオード116Aから $\lambda 6$ の光波長の光信号を透過する $\lambda 6$ 光多重フィルタ121Aと、 $\lambda 5$ 発光ダイオード115Aから $\lambda 5$ の光波長の光信号を透過し、この $\lambda 5$ の光波長の光信号及び、 $\lambda 6$ 光多重フィルタ121Aからの $\lambda 6$ の光波長の光信号を多重化する $\lambda 5$ 光多重フィルタ122Aと、 $\lambda 4$ 発光ダイオード114Aから $\lambda 4$ の光波長の光信号を透過し、この $\lambda 4$ の光波長の光信号及び、 $\lambda 5$ 光多重フィルタ122Aで多重化した光多重化信号( $\lambda 5 + \lambda 6$ )を多重化する $\lambda 4$ 光多重フィルタ123Aと、 $\lambda 3$ 発光ダイオード113Aから $\lambda 3$ の光波長の光信号を透過し、この $\lambda 3$ の光波長の光信号及び、 $\lambda 4$ 光多重フィルタ123Aで多重化した光多重化信号( $\lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )を多重化する $\lambda 3$ 光多重フィルタ124Aと、 $\lambda 2$ 発光ダイオード112Aから $\lambda 2$ の光波長の光信号を透過し、この $\lambda 2$ の光波長の光信号及び、 $\lambda 3$ 光多重フィルタ124Aで多重化した光多重化信号( $\lambda 3 + \lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )を多重化する $\lambda 2$ 光多重フィルタ125Aと、 $\lambda 1$ 発光ダイオード111Aから $\lambda 1$ の光波長の光信号を透過し、この $\lambda 1$ の光波長の光信号及び、 $\lambda 2$ 光多重フィルタ125Aで多重化した光多重化信号( $\lambda 2 + \lambda 3 + \lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )を多重化し、上り光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2 + \lambda 3 + \lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )を生成する $\lambda 1$ 光多重フィルタ126Aとを有している。

【0007】第2光伝送装置100Bは、この光伝送路101を通じて上り光多重化信号を受信すると、この上り光多重化信号から光波長の光信号( $\lambda 1 \sim \lambda 6$ )を分離抽出する6つの光分離フィルタで構成する第2光分離部130Bと、この第2光分離部130Bで夫々分離した各光波長の光信号を電気信号に変換する、6つの受光ダイオードで構成する第2光/電気変換部140Bとを有している。

【0008】第2光分離部130Bは、上り光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2 + \lambda 3 + \lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )から $\lambda 1$ の光波長の光信号を分離抽出する $\lambda 1$ 光分離フィルタ131Bと、この $\lambda 1$ 光分離フィルタ131Bで分離後の光多重化信号( $\lambda 2 + \lambda 3 + \lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )から $\lambda 2$ の光波長の光信号を分離抽出する $\lambda 2$ 光分離フィルタ132Bと、この $\lambda 2$ 光分離フィルタ132Bで分離後の光多重化信号( $\lambda 3 + \lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )から $\lambda 3$ の光波長の光信号を分離抽出する $\lambda 3$ 光分離フィルタ133Bと、この $\lambda 3$ 光分離フィルタ133Bで分離後の光多重化信号( $\lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )から $\lambda 4$ の光波長の光信号を分離抽出する $\lambda 4$ 光分離フィルタ134Bと、この $\lambda 4$ 光分離フィルタ134Bで分離後の光多重化信号( $\lambda 5 + \lambda 6$ )から $\lambda 5$ の光波長の光信号を分離抽出する $\lambda 5$ 光分離フィルタ135Bと、この $\lambda 5$ 光分離フィルタ135Bで分離後の光多重化信号( $\lambda 6$ )から $\lambda 6$ の光波長の光信号を分離抽出する $\lambda 6$ 光分離フィルタ136Bとを有している。

【0009】第2光/電気変換部140Bは、 $\lambda 1$ 光分離フィルタ131Bで分離抽出した $\lambda 1$ の光波長の光信号を電気信号に変換する $\lambda 1$ 受光ダイオード141Bと、 $\lambda 2$ 光分離フィルタ132Bで分離抽出した $\lambda 2$ の光波長の光信号を電気信号に変換する $\lambda 2$ 受光ダイオード142Bと、 $\lambda 3$ 光分離フィルタ133Bで分離抽出した $\lambda 3$ の光波長の光信号を電気信号に変換する $\lambda 3$ 受光ダイオード143Bと、 $\lambda 4$ 光分離フィルタ134Bで分離抽出した $\lambda 4$ の光波長の光信号を電気信号に変換する $\lambda 4$ 受光ダイオード144Bと、 $\lambda 5$ 光分離フィルタ135Bで分離抽出した $\lambda 5$ の光波長の光信号を電気信号に変換する $\lambda 5$ 受光ダイオード145Bと、 $\lambda 6$ 光分離フィルタ136Bで分離抽出した $\lambda 6$ の光波長の光信号を電気信号に変換する $\lambda 6$ 受光ダイオード146Bとを有している。

【0010】次に従来の光波長多重化システム100の動作について説明する。

【0011】第1光伝送装置100Aは、第1電気/光変換部110A内の発光ダイオード111A～116Aからの各光波長の光信号を第1光多重部120A内の各光多重フィルタ121A～126Aで多重化することで上り光多重化信号を生成し、この上り光多重化信号を光伝送路101に伝送する。

【0012】第2光伝送装置100Bは、光伝送路101を通じて上り光多重化信号を受信すると、第2光分離部130B内の各光分離フィルタ131B～136Bで光多重化信号から各光波長の光信号を分離抽出し、各分離抽出された光信号を第2光/電気変換部140B内の各受光ダイオード141B～146Bで電気信号に変換出力する。

【0013】このように従来の光波長多重化システム100によれば、複数の異なる光波長の光信号を多重化し、この上り光多重化信号を光伝送路101を通じて伝送すると共に、この光伝送路101を通じて受信した上り光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出することができるようにしたので、大容量の情報伝送が可能となる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】このように上記従来の光波長多重化システム100によれば、第1光多重部120A内の各光波長で透過及び反射を実行することで、複数の異なる光波長の光信号を多重化することができるが、図5に示すように、例えば $\lambda 6$ の光波長の光信号に着目すると、第1光多重部120A内の $\lambda 6$ 光多重フィルタ121A、 $\lambda 5$ 光多重フィルタ122A、 $\lambda 4$ 光多重フィルタ123A、 $\lambda 3$ 光多重フィルタ124A、 $\lambda 2$ 光多重フィルタ125A及び $\lambda 1$ 光多重フィルタ126Aを経て、各光多重フィルタで透過若しくは反射を繰り返すことで、上り光多重化信号として光伝送路101に伝送されるため、 $\lambda 6$ の光波長の光信号は、 $\lambda 5$ や $\lambda$

4等の光波長の光信号に比較すると、そのフィルタ通過回数が多くなることから、光挿入損失が大きくなってしまふ。

【0015】そこで、上記従来の光波長多重化システム100によれば、第1光多重部120A内の各光多重フィルタ121A～126Aにおいては各光波長の光信号が多重化されて、光伝送路101に伝送されるまでの光挿入損失が各光波長の光信号で同一となるように各光多重フィルタ121A～126Aのフィルタ特性を調整確保するようにしていた。

【0016】しかしながら、上記従来の光波長多重化システム100によれば、第1光伝送装置100Aで光多重化信号を光伝送路101に伝送するまでの光挿入損失が同一となるように調整確保してはいるものの、各光多重フィルタ121A～126Aに夫々異なるフィルタ特性をもたせる必要がある。

【0017】また、上記従来の光波長多重化システム100によれば、第1光伝送装置100Aでより光多重化信号に含まれる各光波長の光信号の光挿入損失を同一としたとしても、光伝送路101を通じて光多重化信号が第2光伝送装置100Bに伝送されると、この第2光伝送装置100B側では、図5に示すように $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ 、 $\lambda 5$ 及び $\lambda 6$ の順に光分離フィルタ131B～136Bを配置構成しているため、例えば光多重化信号から $\lambda 6$ の光信号を分離抽出する場合、第1光伝送装置100A内の $\lambda 6$ 光多重フィルタ121A、 $\lambda 5$ 光多重フィルタ122A、 $\lambda 4$ 光多重フィルタ123A、 $\lambda 3$ 光多重フィルタ124A、 $\lambda 2$ 光多重フィルタ125A及び $\lambda 1$ 光多重フィルタ126Aを経て、さらに第2光伝送装置100B内の $\lambda 1$ 光分離フィルタ131B、 $\lambda 2$ 光分離フィルタ132B、 $\lambda 3$ 光分離フィルタ133B、 $\lambda 4$ 光分離フィルタ134B、 $\lambda 5$ 光分離フィルタ135B及び $\lambda 6$ 光分離フィルタ136Bを経て $\lambda 6$ の光信号を分離抽出するために、他の光波長の光信号に比較しても、光多重フィルタ及び光分離フィルタのフィルタ通過回数が多いことから光挿入損失が大となり、長距離の光多重伝送に対応できない。

【0018】そこで、本発明は上記点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、同一フィルタ特性を用いたとしても、各光波長の多重及び分離に要するトータルの光挿入損失を極力均等に抑制することで長距離の光多重伝送に対応することができる光伝送システム及び光伝送方法を提供することにある。

【0019】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために本発明の光伝送システムは、複数の異なる光波長の光信号を多重化して光多重化信号を生成する光多重化手段と、光多重化手段で生成した光多重化信号を伝送する光伝送路と、光伝送路を通じて光多重化信号を受信すると、光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出

する光分離化手段とを有する光伝送システムであって、光分離化手段は、光多重化手段にて光多重化信号を生成する際に生じた光波長毎の光挿入損失が多い順序に基づいて、光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出するようにした。

【0020】従って、本発明の光伝送システムによれば、光分離化手段が光多重化手段にて光多重化信号を生成する際に生じた光波長毎の光挿入損失が多い順序に基づいて、光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出するようにしたので、光多重化手段で光挿入損失が多い順から各光波長の光信号を分離抽出することで、同一フィルタ特性を用いたとしても、各光波長の多重及び分離に要するトータルの光挿入損失を極力均等に抑制することで長距離の光多重伝送に対応することができる。

【0021】本発明の光伝送システムは、光多重化手段が、所定の光波長の光信号を透過すると共に、所定の光波長の光信号以外の光信号を反射する光多重フィルタを光波長毎に所定順序に配置することで構成し、所定順序の最終段に配置された光多重フィルタで光多重化信号を生成すると共に、光分離化手段は、光多重化信号から所定の光波長の光信号を透過すると共に、所定の光波長の光信号以外の光信号を反射する光分離フィルタを光波長毎に所定順序とは反対順序に配置することで構成し、各光分離フィルタで光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出するようにした。

【0022】従って、本発明の光伝送システムによれば、光多重化手段内部の光波長毎の光多重フィルタの配置構成を所定順序とした場合、光分離化手段内部の光波長毎の光分離フィルタの配置構成を所定順序と反対の順序としたので、各光波長の光信号に関わる光多重化手段のフィルタ通過回数と光分離化手段のフィルタ通過回数とが同一となるため、各光波長の多重及び分離に要するトータルの光挿入損失を同一に抑制することで長距離の光多重伝送に対応することができる。

【0023】本発明の光伝送システムは、光多重化手段が、所定の光波長の光信号を透過すると共に、所定の光波長の光信号以外の光信号を反射する光多重フィルタを光波長毎に所定順序に配置することで構成し、所定順序の最終段に配置された光多重フィルタで光多重化信号を生成すると共に、光分離化手段は、光多重化信号から光波長帯毎の光多重化信号に分離する光波長帯分離フィルタを有し、所定の光波長帯内の所定の光波長の光信号を透過すると共に、所定の光波長の光信号以外の光信号を反射する光波長帯毎の光分離フィルタを光波長帯毎に、光多重化信号を生成する際に生じた光波長帯毎の光挿入損失が多い順に配置することで構成し、各光分離フィルタで光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出するようにした。

【0024】従って、本発明の光伝送システムによれば

ば、光分離フィルタの前端に光多重化信号の光波長帯を分離する光波長帯分離フィルタを配置するようにしたので、光波長帯毎に光分離を行うことができるため、光分離化手段内部のフィルタ通過回数を少なくすることで、光挿入損失を抑制することができ、しかも、光多重化手段内部の光波長毎の光多重フィルタの配置構成を所定順序とした場合、光分離化手段内部の光波長毎の光分離フィルタの配置構成を所定順序と反対の順序としたので、各光波長の光信号に関わる光多重化手段のフィルタ通過回数と光分離化手段のフィルタ通過回数とが同一となるため、各光波長の多重及び分離に要するトータルの光挿入損失を同一に抑制することで長距離の光多重伝送に対応することができる。

【0025】本発明の光伝送システムは、光多重化手段及び光分離化手段間の光伝送路には、光多重化手段からの光多重化信号に含まれる一部の光信号のみを分岐する光分岐手段を有するようにした。

【0026】従って、本発明の光伝送システムによれば、光多重化手段及び光分離化手段間の光伝送路に光分岐手段を設けるようにしたので、この光分岐手段を通じて光多重化信号に含まれる一部の光信号のみを分岐することも可能となり、1対1の光伝送システムばかりでなく、1対nの光伝送システムにも対応し、光伝送路を効率的に活用することができる。

【0027】本発明の光伝送システムは、光信号が、波長選択性光源から発光するようにした。

【0028】従って、本発明の光伝送システムによれば、波長選択性光源を用いることで隣接チャネルへの光干渉を防止することができる。

【0029】上記目的を達成するために本発明の光伝送方法は、複数の異なる光波長の光信号を多重化して光多重化信号を生成し、この光多重化信号を、光伝送路を通じて伝送し、光伝送路を通じて前記光多重化信号を受信すると、光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出する光伝送方法であって、光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出する場合、光多重化信号を生成する際に生じた光波長毎の光挿入損失が多い順序に基づいて、光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出するようにした。

【0030】従って、本発明の光伝送方法によれば、光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出する場合、光多重化信号を生成する際に生じた光波長毎の光挿入損失が多い順序に基づいて、光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出するようにしたので、光多重化手段で光挿入損失が多い順から各光波長の光信号を分離抽出することで、同一フィルタ特性を用いたとしても、各光波長の多重及び分離に要するトータルの光挿入損失を極力均等に抑制することで長距離の光多重伝送に対応することができる。

【0031】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいて本発明の光伝送システムにおける実施の形態を示す光波長多重化システムについて説明する。

【0032】（実施の形態1）図1は第1の実施の形態を示す光波長多重化システム内部の概略構成を示すブロック図である。

【0033】図1に示す光波長多重化システム1は、複数の電気信号を夫々異なる光波長の光信号に変換し、この変換した光信号を夫々多重化して上り光多重化信号を生成する第1光伝送装置10Aと、この第1光伝送装置10Aで生成した上り光多重化信号を伝送する光伝送路2と、この光伝送路2を通じて第1光伝送装置10Aからの上り光多重化信号を受信すると、この上り光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出し、この分離抽出した光信号を電気信号に変換する第2光伝送装置10Bとを有している。

【0034】また、第2光伝送装置10Bは、複数の電気信号を夫々異なる光波長の光信号に変換し、この変換した光信号を夫々多重化して下り光多重化信号を生成し、この下り光多重化信号を光伝送路2に伝送すると共に、第1光伝送装置10Aは、この光伝送路2を通じて第2光伝送装置10Bからの下り光多重化信号を受信すると、この下り光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出し、この分離抽出した光信号を電気信号に変換するものである。

【0035】尚、第1光伝送装置10Aから第2光伝送装置10Bへの上り光多重化信号の光伝送に、例えば $\lambda 1 \sim \lambda 6$ までの6光波長を使用し、第2光伝送装置10Bから第1光伝送装置10Aへの下り光多重化信号の光伝送に、例えば $\lambda 11 \sim \lambda 16$ までの6光波長を使用するものとする。

【0036】第1光伝送装置10Aは、電気信号を所定の光波長の光信号に変換する、例えば6つの発光ダイオードで構成した第1電気/光変換部20Aと、この第1電気/光変換部20A内の発光ダイオードで変換された6つの異なる光波長の光信号（ $\lambda 1 \sim \lambda 6$ ）を多重化して上り光多重化信号を生成する、複数の光多重フィルタで構成する第1光多重部30Aと、光伝送路2を通じて第2光伝送装置10Bからの下り光多重化信号を受信すると、この下り光多重化信号から光波長の光信号（ $\lambda 11 \sim \lambda 16$ ）を分離抽出する6つの光分離フィルタで構成する第1光分離部40Aと、この第1光分離部40Aで夫々分離した各光波長の光信号を電気信号に変換する、6つの受光ダイオードで構成する第1光/電気変換部50Aとを有している。

【0037】第1電気/光変換部20Aは、電気信号を $\lambda 1$ の光波長の光信号に変換する $\lambda 1$ 発光ダイオード21Aと、電気信号を $\lambda 2$ の光波長の光信号に変換する $\lambda 2$ 発光ダイオード22Aと、電気信号を $\lambda 3$ の光波長の光信号に変換する $\lambda 3$ 発光ダイオード23Aと、電気信

号を $\lambda 4$ の光波長の光信号に変換する $\lambda 4$ 発光ダイオード24Aと、電気信号を $\lambda 5$ の光波長の光信号に変換する $\lambda 5$ 発光ダイオード25Aと、電気信号を $\lambda 6$ の光波長の光信号に変換する $\lambda 6$ 発光ダイオード26Aとを有している。

【0038】第1光多重部30Aは、 $\lambda 6$ 発光ダイオード26Aから $\lambda 6$ の光波長の光信号を透過する $\lambda 6$ 光多重フィルタ31Aと、 $\lambda 5$ 発光ダイオード25Aから $\lambda 5$ の光波長の光信号を透過し、この $\lambda 5$ の光波長の光信号及び、 $\lambda 6$ 光多重フィルタからの $\lambda 6$ の光波長の光信号を多重化する $\lambda 5$ 光多重フィルタ32Aと、 $\lambda 4$ 発光ダイオード24Aから $\lambda 4$ の光波長の光信号を透過し、この $\lambda 4$ の光波長の光信号及び、 $\lambda 5$ 光多重フィルタ32Aで多重化した光多重化信号( $\lambda 5 + \lambda 6$ )を多重化する $\lambda 4$ 光多重フィルタ33Aと、 $\lambda 3$ 発光ダイオード23Aから $\lambda 3$ の光波長の光信号を透過し、この $\lambda 3$ の光波長の光信号及び、 $\lambda 4$ 光多重フィルタ33Aで多重化した光多重化信号( $\lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )を多重化する $\lambda 3$ 光多重フィルタ34Aと、 $\lambda 2$ 発光ダイオード22Aから $\lambda 2$ の光波長の光信号を透過し、この $\lambda 2$ の光波長の光信号及び、 $\lambda 3$ 光多重フィルタ34Aで多重化した光多重化信号( $\lambda 3 + \lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )を多重化する $\lambda 2$ 光多重フィルタ35Aと、 $\lambda 1$ 発光ダイオード21Aから $\lambda 1$ の光波長の光信号を透過し、この $\lambda 1$ の光波長の光信号及び、 $\lambda 2$ 光多重フィルタ35Aで多重化した光多重化信号( $\lambda 2 + \lambda 3 + \lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )を多重化し、上り光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2 + \lambda 3 + \lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )を生成する $\lambda 1$ 光多重フィルタ36Aとを有している。

【0039】また、第2光伝送装置10Bは、電気信号を所定の光波長の光信号に変換する、6つの発光ダイオードで構成した第2電気/光変換部20Bと、この第2電気/光変換部20B内の発光ダイオードで変換された6つの異なる光波長の光信号( $\lambda 11 \sim \lambda 16$ )を多重化して下り光多重化信号を生成する、6つの光多重フィルタで構成する第2光多重部30Bと、光伝送路2を通じて第1光伝送装置10Aからの上り光多重化信号を受信すると、この上り光多重化信号から光波長の光信号( $\lambda 1 \sim \lambda 6$ )を分離抽出する6つの光分離フィルタで構成する第2光分離部40Bと、この第2光分離部40Bで夫々分離した各光波長の光信号を電気信号に変換する、6つの受光ダイオードで構成する第2光/電気変換部50Bとを有している。

【0040】第2光分離部40Bは、上り光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2 + \lambda 3 + \lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )から $\lambda 6$ の光波長の光信号を分離抽出する $\lambda 6$ 光分離フィルタ41Bと、この $\lambda 6$ 光分離フィルタ41Bで分離後の光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2 + \lambda 3 + \lambda 4 + \lambda 5$ )から $\lambda 5$ の光波長の光信号を分離抽出する $\lambda 5$ 光分離フィルタ42Bと、この $\lambda 5$ 光分離フィルタ42Bで分離後の光多重化

信号( $\lambda 1 + \lambda 2 + \lambda 3 + \lambda 4$ )から $\lambda 4$ の光波長の光信号を分離抽出する $\lambda 4$ 光分離フィルタ43Bと、この $\lambda 4$ 光分離フィルタ43Bで分離後の光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2 + \lambda 3$ )から $\lambda 3$ の光波長の光信号を分離抽出する $\lambda 3$ 光分離フィルタ44Bと、この $\lambda 3$ 光分離フィルタ44Bで分離後の光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2$ )から $\lambda 2$ の光波長の光信号を分離抽出する $\lambda 2$ 光分離フィルタ45Bと、この $\lambda 2$ 光分離フィルタ45Bで分離後の光多重化信号( $\lambda 1$ )から $\lambda 1$ の光波長の光信号を分離抽出する $\lambda 1$ 光分離フィルタ46Bとを有している。

【0041】第2光/電気変換部50Bは、 $\lambda 6$ 光分離フィルタ41Bで分離抽出した $\lambda 6$ の光波長の光信号を電気信号に変換する $\lambda 6$ 受光ダイオード51Bと、 $\lambda 5$ 光分離フィルタ42Bで分離抽出した $\lambda 5$ の光波長の光信号を電気信号に変換する $\lambda 5$ 受光ダイオード52Bと、 $\lambda 4$ 光分離フィルタ43Bで分離抽出した $\lambda 4$ の光波長の光信号を電気信号に変換する $\lambda 4$ 受光ダイオード53Bと、 $\lambda 3$ 光分離フィルタ44Bで分離抽出した $\lambda 3$ の光波長の光信号を電気信号に変換する $\lambda 3$ 受光ダイオード54Bと、 $\lambda 2$ 光分離フィルタ45Bで分離抽出した $\lambda 2$ の光波長の光信号を電気信号に変換する $\lambda 2$ 受光ダイオード55Bと、 $\lambda 1$ 光分離フィルタ46Bで分離抽出した $\lambda 1$ の光波長の光信号を電気信号に変換する $\lambda 1$ 受光ダイオード56Bとを有している。

【0042】つまり、本発明のポイントは、第1光伝送装置10Aから第2光伝送装置10Bへの上り光多重化信号に着目すると、第1光伝送装置10Aの第1光多重部30A内の光多重フィルタ31A～36Aと、第2光伝送装置10Bの第2光分離部40B内の光分離フィルタ41B～46Bとの配置構成にある。

【0043】第1光伝送装置10Aの第1光多重部30Aでは、 $\lambda 6$ 光多重フィルタ31A、 $\lambda 5$ 光多重フィルタ32A、 $\lambda 4$ 光多重フィルタ33A、 $\lambda 3$ 光多重フィルタ34A、 $\lambda 2$ 光多重フィルタ35A及び $\lambda 1$ 光多重フィルタ36Aの順序に配置構成しており、そのフィルタ通過回数は $\lambda 6$ の光波長の光信号が一番多く、次に $\lambda 5$ 、 $\lambda 4$ 、 $\lambda 3$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 1$ の順になり、 $\lambda 6$ の光波長の光信号の挿入損失が一番多いことになる。

【0044】次に第2光伝送装置10Bの第2光分離部40Bでは、 $\lambda 6$ 光分離フィルタ41B、 $\lambda 5$ 光分離フィルタ42B、 $\lambda 4$ 光分離フィルタ43B、 $\lambda 3$ 光分離フィルタ44B、 $\lambda 2$ 光分離フィルタ45B及び $\lambda 1$ 光分離フィルタ46Bの順序、つまり第1光多重部30Aでフィルタ通過回数(光挿入損失)が多い順に配置構成しているため、 $\lambda 6$ 、 $\lambda 5$ 、 $\lambda 4$ 、 $\lambda 3$ 、 $\lambda 2$ 及び $\lambda 1$ の順になる。例えば $\lambda 6$ 光波長の光信号は $\lambda 6$ 光多重フィルタ31A、 $\lambda 5$ 光多重フィルタ32A、 $\lambda 4$ 光多重フィルタ33A、 $\lambda 3$ 光多重フィルタ34A、 $\lambda 2$ 光多重フィルタ35A、 $\lambda 1$ 光多重フィルタ36A及び $\lambda 6$ 光分離フィルタ41Bの計7回のフィルタ通過回数であ

り、 $\lambda 1$ 光波長の光信号は $\lambda 1$ 光多重フィルタ36A、 $\lambda 6$ 光分離フィルタ41B、 $\lambda 5$ 光分離フィルタ42B、 $\lambda 4$ 光分離フィルタ43B、 $\lambda 3$ 光分離フィルタ44B、 $\lambda 2$ 光分離フィルタ45B及び $\lambda 1$ 光分離フィルタ46Bの計7回のフィルタ通過回数となる。

【0045】つまり、第1光多重部30A及び第2光分離部40B間で各光波長の光信号のフィルタ通過回数が同一となるように、各光波長の光分離フィルタを配置することで、その光挿入損失も同一ということになる。

【0046】尚、上記実施の形態においては、第1光伝送装置10Aから第2光伝送装置10Bへの上り光多重化信号に着目して第1光多重部30A及び第2光分離部40Bのフィルタ配置構成について説明したが、第2光伝送装置10Bから第1光伝送装置10Aへの下り光多重化信号に着目したとしても、第1光分離部40A及び第2光多重部30Bのフィルタ配置構成についても同様であり、図1に示すように第2光多重部30Bは、図中下段から $\lambda 16$ 光多重フィルタ31B、 $\lambda 15$ 光多重フィルタ32B、 $\lambda 14$ 光多重フィルタ33B、 $\lambda 13$ 光多重フィルタ34B、 $\lambda 12$ 光多重フィルタ35B及び $\lambda 11$ 光多重フィルタ36Bの順序で構成配置し、第1光分離部40Aは、図中上段から $\lambda 16$ 光分離フィルタ41A、 $\lambda 15$ 光分離フィルタ42A、 $\lambda 14$ 光分離フィルタ43A、 $\lambda 13$ 光分離フィルタ44A、 $\lambda 12$ 光分離フィルタ45A及び $\lambda 11$ 光分離フィルタ46Aの順序で構成配置している。尚、第2電気/光変換部20Bは、図中上段から $\lambda 11$ 発光ダイオード21B、 $\lambda 12$ 発光ダイオード22B、 $\lambda 13$ 発光ダイオード23B、 $\lambda 14$ 発光ダイオード24B、 $\lambda 15$ 発光ダイオード25B及び $\lambda 16$ 発光ダイオード26Bの順序で構成配置し、第1光/電気変換部50Aは、図中上段から $\lambda 16$ 受光ダイオード51A、 $\lambda 15$ 受光ダイオード52A、 $\lambda 14$ 受光ダイオード53A、 $\lambda 13$ 受光ダイオード54A、 $\lambda 12$ 受光ダイオード55A及び $\lambda 11$ 受光ダイオード56Aの順序で構成配置しているものとする。

【0047】例えば $\lambda 16$ の光波長の光信号は $\lambda 16$ 光多重フィルタ31B、 $\lambda 15$ 光多重フィルタ32B、 $\lambda 14$ 光多重フィルタ33B、 $\lambda 13$ 光多重フィルタ34B、 $\lambda 12$ 光多重フィルタ35B、 $\lambda 11$ 光多重フィルタ36B及び $\lambda 16$ 光分離フィルタ41Aの計7回のフィルタ通過回数であり、 $\lambda 11$ の光波長の光信号は $\lambda 11$ 光多重フィルタ36B、 $\lambda 16$ 光分離フィルタ41A、 $\lambda 15$ 光分離フィルタ42A、 $\lambda 14$ 光分離フィルタ43A、 $\lambda 13$ 光分離フィルタ44A、 $\lambda 12$ 光分離フィルタ45A及び $\lambda 11$ 光分離フィルタ46Aの計7回のフィルタ通過回数となる。

【0048】つまり、第2光多重部30B及び第1光分離部40A間で各光波長の光信号のフィルタ通過回数が同一となるように、各光波長の光分離フィルタを配置す

ることで、その光挿入損失も同一ということになる。

【0049】次に第1の実施の形態を示す光波長多重化システム1の動作について説明する。

【0050】では、第1光伝送装置10Aから第2光伝送装置10Bに上り光多重化信号を伝送する場合の動作について説明する。

【0051】第1光伝送装置10Aにある第1電気/光変換部20A内の $\lambda 1 \sim \lambda 6$ 発光ダイオード21A～26Aは、夫々電気信号を入力すると、夫々各光波長( $\lambda 1 \sim \lambda 6$ )の光信号に変換し、各光信号を第1光多重部30A内の各光多重フィルタ31A～36Aに伝送する。

【0052】第1光多重部30Aの $\lambda 6$ 光多重フィルタ31Aは、 $\lambda 6$ 発光ダイオード26Aから $\lambda 6$ の光波長の光信号を透過し、この $\lambda 6$ の光信号を $\lambda 5$ 光多重フィルタ32Aに入力する。

【0053】 $\lambda 5$ 光多重フィルタ32Aは、 $\lambda 5$ 発光ダイオード25Aから $\lambda 5$ の光信号を透過し、この $\lambda 5$ の光信号と、 $\lambda 6$ 光多重フィルタ31Aからの $\lambda 6$ の光信号とを多重化し、この光多重化信号( $\lambda 6 + \lambda 5$ )を $\lambda 4$ 光多重フィルタ33Aに入力する。

【0054】 $\lambda 4$ 光多重フィルタ33Aは、 $\lambda 4$ 発光ダイオード24Aからの $\lambda 4$ の光信号を透過し、この $\lambda 4$ の光信号と、 $\lambda 5$ 光多重フィルタ32Aからの光多重化信号( $\lambda 5 + \lambda 6$ )とを多重化し、この光多重化信号( $\lambda 6 + \lambda 5 + \lambda 4$ )を $\lambda 3$ 光多重フィルタ34Aに入力する。

【0055】 $\lambda 3$ 光多重フィルタ34Aは、 $\lambda 3$ 発光ダイオード23Aからの $\lambda 3$ の光信号を透過し、この $\lambda 3$ の光信号と、 $\lambda 4$ 光多重フィルタ33Aからの光多重化信号( $\lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )とを多重化し、この光多重化信号( $\lambda 6 + \lambda 5 + \lambda 4 + \lambda 3$ )を $\lambda 2$ 光多重フィルタ35Aに入力する。

【0056】 $\lambda 2$ 光多重フィルタ35Aは、 $\lambda 2$ 発光ダイオード22Aからの $\lambda 2$ の光信号を透過し、この $\lambda 2$ の光信号と、 $\lambda 3$ 光多重フィルタ34Aからの光多重化信号( $\lambda 3 + \lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )とを多重化し、この光多重化信号( $\lambda 6 + \lambda 5 + \lambda 4 + \lambda 3 + \lambda 2$ )を $\lambda 1$ 光多重フィルタ36Aに入力する。

【0057】 $\lambda 1$ 光多重フィルタ36Aは、 $\lambda 1$ 発光ダイオード21Aからの $\lambda 1$ の光信号を透過し、この $\lambda 1$ の光信号と、 $\lambda 2$ 光多重フィルタ35Aからの光多重化信号( $\lambda 2 + \lambda 3 + \lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )とを多重化することで、上り光多重化信号( $\lambda 6 + \lambda 5 + \lambda 4 + \lambda 3 + \lambda 2 + \lambda 1$ )を生成し、この上り光多重化信号を光伝送路2に伝送する。

【0058】第2光伝送装置10Bの第2光分離部40Bの $\lambda 6$ 光分離フィルタ41Bは、光伝送路2を通じて上り光多重化信号( $\lambda 6 + \lambda 5 + \lambda 4 + \lambda 3 + \lambda 2 + \lambda 1$ )を受信すると、この上り光多重化信号から $\lambda 6$ の光

信号を分離抽出し、この $\lambda 6$ の光信号を $\lambda 6$ 受光ダイオード51Bに入力する。 $\lambda 6$ 受光ダイオード51Bは、 $\lambda 6$ の光信号を電気信号に変換し、この電気信号を出力する。

【0059】 $\lambda 5$ 光分離フィルタ42Bは、 $\lambda 6$ 光分離フィルタ41Bの分離後の上り光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2 + \lambda 3 + \lambda 4 + \lambda 5$ )から $\lambda 5$ の光信号を分離抽出し、この $\lambda 5$ の光信号を $\lambda 5$ 受光ダイオード52Bに入力する。 $\lambda 5$ 受光ダイオード52Bは、 $\lambda 5$ の光信号を電気信号に変換し、この電気信号を出力する。

【0060】 $\lambda 4$ 光分離フィルタ43Bは、 $\lambda 5$ 光分離フィルタ42Bの分離後の上り光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2 + \lambda 3 + \lambda 4$ )から $\lambda 4$ の光信号を分離抽出し、この $\lambda 4$ の光信号を $\lambda 4$ 受光ダイオード53Bに入力する。 $\lambda 4$ 受光ダイオード53Bは、 $\lambda 4$ の光信号を電気信号に変換し、この電気信号を出力する。

【0061】 $\lambda 3$ 光分離フィルタ44Bは、 $\lambda 4$ 光分離フィルタ43Bの分離後の上り光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2 + \lambda 3$ )から $\lambda 3$ の光信号を分離抽出し、この $\lambda 3$ の光信号を $\lambda 3$ 受光ダイオード54Bに入力する。 $\lambda 3$ 受光ダイオード54Bは、 $\lambda 3$ の光信号を電気信号に変換し、この電気信号を出力する。

【0062】 $\lambda 2$ 光分離フィルタ45Bは、 $\lambda 3$ 光分離フィルタ44Bの分離後の上り光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2$ )から $\lambda 2$ の光信号を分離抽出し、この $\lambda 2$ の光信号を $\lambda 2$ 受光ダイオード55Bに入力する。 $\lambda 2$ 受光ダイオード55Bは、 $\lambda 2$ の光信号を電気信号に変換し、この電気信号を出力する。

【0063】 $\lambda 1$ 光分離フィルタ46Bは、 $\lambda 2$ 光分離フィルタ45Bの分離後の上り光多重化信号( $\lambda 1$ )から $\lambda 1$ の光信号を分離抽出し、この $\lambda 1$ の光信号を $\lambda 1$ 受光ダイオード56Bに入力する。 $\lambda 1$ 受光ダイオード56Bは、 $\lambda 1$ の光信号を電気信号に変換し、この電気信号を出力する。

【0064】つまり、 $\lambda 6$ 光波長の光信号は $\lambda 6$ 光多重フィルタ31A、 $\lambda 5$ 光多重フィルタ32A、 $\lambda 4$ 光多重フィルタ33A、 $\lambda 3$ 光多重フィルタ34A、 $\lambda 2$ 光多重フィルタ35A、 $\lambda 1$ 光多重フィルタ36A及び $\lambda 6$ 光分離フィルタ41Bの計7回のフィルタ通過回数であり、これに対し、 $\lambda 1$ 光波長の光信号は $\lambda 1$ 光多重フィルタ36A、 $\lambda 6$ 光分離フィルタ41B、 $\lambda 5$ 光分離フィルタ42B、 $\lambda 4$ 光分離フィルタ43B、 $\lambda 3$ 光分離フィルタ44B、 $\lambda 2$ 光分離フィルタ45B及び $\lambda 1$ 光分離フィルタ46Bの計7回のフィルタ通過回数、つまり、 $\lambda 2 \sim \lambda 5$ の光波長の光信号いずれも計7回のフィルタ通過回数となる。

【0065】第1の実施の形態によれば、第2光分離部40Bの光分離フィルタ41A~46Aの配置構成を第1光多重部30Aの光多重フィルタ31A~36Aの所定順序とは反対順序に配置構成するようにしたので、各

光波長の光信号に関わる第1光多重部30Aのフィルタ通過回数及び第2光分離部40Bのフィルタ通過回数とが同一となるため、各光波長の多重及び分離に要するトータルの光挿入損失を同一に抑制することで、長距離の光多重伝送に対応することができる。

【0066】また、上記第1の実施の形態においては、発光ダイオード21A~26A(21B~26B)を光波長非選択性光源(FP-LD)で構成するようにしたが、図2(a)に示すように光波長非選択性光源では、光波長の隣接チャネルを干渉する虞がある。そこで、図2(b)に示すように発光ダイオード21A~26A(21B~26B)を光波長選択性光源(DFB-LD)で構成すれば、光波長の隣接チャネル間で干渉するような事態をも回避することができる。

【0067】(実施の形態2)次に第2の実施の形態を示す光波長多重化システムについて説明する。図3は第2の実施の形態を示す光波長多重化システム内部の概略構成を示すブロック図である。尚、図1に示す光波長多重化システム1と同一の構成については同一符号を付すことで、その重複する構成及び動作の説明については省略する。

【0068】図3に示す光波長多重化システム1Aと図1に示す光波長多重化システム1とが異なるところは、第2光伝送装置10Bの第2光分離部60Bに上り光多重化信号を光波長帯毎に分離し、この分離後の光波長帯毎の光多重化信号から光波長毎の光信号を分離抽出する機能を備えた点にある。尚、第2の実施の形態においては、例として光波長 $\lambda 1 \sim \lambda 3$ は長波帯の光波長とし、光波長 $\lambda 4 \sim \lambda 6$ は中波帯の光波長とする。

【0069】図3に示す第2光伝送装置10Bの第2光分離部60Bは、光伝送路2を通じて第1光伝送装置10Aからの上り光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2 + \lambda 3 + \lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )を光波長帯毎、例えば長波帯の光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2 + \lambda 3$ )と中波帯の光多重化信号( $\lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )とに分離する光波長帯分離フィルタ65Bと、この光波長帯分離フィルタ65Bで分離した長波帯の光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2 + \lambda 3$ )から長波帯の光波長の光信号を分離抽出する長波帯分離部70Bと、分離した中波帯の光多重化信号( $\lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )から中波帯の光波長の光信号を分離抽出する中波帯分離部80Bとを有している。

【0070】長波帯分離部70Bは、長波帯の光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2 + \lambda 3$ )から $\lambda 3$ の光波長の光信号を分離抽出する $\lambda 3$ 光分離フィルタ71Bと、この $\lambda 3$ 光分離フィルタ71Bで分離後の光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2$ )から $\lambda 2$ の光波長の光信号を分離抽出する $\lambda 2$ 光分離フィルタ72Bと、この $\lambda 2$ 光分離フィルタ72Bで分離後の光多重化信号( $\lambda 1$ )から $\lambda 1$ の光波長の光信号を分離抽出する $\lambda 1$ 光分離フィルタ73Bとを有している。



【0071】中波帯分離部80Bは、中波帯の光多重化信号( $\lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )から $\lambda 6$ の光波長の光信号を分離抽出する $\lambda 6$ 光分離フィルタ81Bと、この $\lambda 6$ 光分離フィルタ81Bで分離後の光多重化信号( $\lambda 4 + \lambda 5$ )から $\lambda 5$ の光波長の光信号を分離抽出する $\lambda 5$ 光分離フィルタ82Bと、この $\lambda 5$ 光分離フィルタ82Bで分離後の光多重化信号( $\lambda 4$ )から $\lambda 4$ の光波長の光信号を分離抽出する $\lambda 4$ 光分離フィルタ83Bとを有している。

【0072】次に第2の実施の形態を示す光波長多重化システム1Aの動作について説明する。

【0073】では、第2光伝送装置10Bで $\lambda 1$ の光波長の光信号を分離抽出する場合に着目して説明する。

【0074】第1光伝送装置10Aの第1光多重部30A内にある $\lambda 1$ 光多重フィルタ36Aは、上り光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2 + \lambda 3 + \lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )を、光伝送路2を通じて第2光伝送装置10Bに伝送する。

【0075】第2光伝送装置10Bの光波長帯分離フィルタ65Bは、上り光多重化信号から長波帯の光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2 + \lambda 3$ )と中波帯の光多重化信号( $\lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )とに分離し、長波帯の光多重化信号を長波帯分離部70Bに伝送すると共に、中波帯の光多重化信号を中波帯分離部80Bに伝送する。

【0076】長波帯分離部70Bの $\lambda 3$ 光分離フィルタ71Bは、長波帯の光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2 + \lambda 3$ )から $\lambda 3$ の光波長の光信号を分離抽出し、この分離抽出した $\lambda 3$ の光波長の光信号を $\lambda 3$ 受光ダイオード54Bに入力する。 $\lambda 3$ 受光ダイオード54Bは、 $\lambda 3$ の光信号を電気信号に変換し、この電気信号を出力する。

【0077】長波帯分離部70Bの $\lambda 2$ 光分離フィルタ72Bは、 $\lambda 3$ 光分離フィルタ71Bの分離後の長波帯の光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2$ )から $\lambda 2$ の光波長の光信号を分離抽出し、この分離抽出した $\lambda 2$ の光波長の光信号を $\lambda 2$ 受光ダイオード55Bに入力する。 $\lambda 2$ 受光ダイオード55Bは、 $\lambda 2$ の光信号を電気信号に変換し、この電気信号を出力する。

【0078】長波帯分離部70Bの $\lambda 1$ 光分離フィルタ73Bは、 $\lambda 2$ 光分離フィルタ72Bの分離後の長波帯の光多重化信号( $\lambda 1$ )から $\lambda 1$ の光波長の光信号を分離抽出し、この分離抽出した $\lambda 1$ の光波長の光信号を $\lambda 1$ 受光ダイオード56Bに入力する。 $\lambda 1$ 受光ダイオード56Bは、 $\lambda 1$ の光信号を電気信号に変換し、この電気信号を出力する。

【0079】つまり、上記第1の実施の形態においては、その $\lambda 1$ の光波長は計7回のフィルタ通過回数を要するのに対し、第2の実施の形態においては $\lambda 1$ 光多重フィルタ36A、光波長帯分離フィルタ65B、長波帯分離部70Bの $\lambda 3$ 光分離フィルタ71B、 $\lambda 2$ 光分離フィルタ72B及び $\lambda 1$ 光分離フィルタ73Bの計5回のフィルタ通過回数で済むため、その分、光挿入損失を

抑えることができる。

【0080】第2の実施の形態によれば、長波帯分離部70B及び中波帯分離部80Bの前段に光多重化信号を光波長帯毎に分離する光波長帯分離フィルタ65Bを配置するようにしたので、光波長帯毎に光分離を行うことができるため、長波帯分離部70B及び中波帯分離部80B内部のフィルタ通過回数を少なくすることで、光挿入損失を抑制することができ、長距離の光伝送に対応することができる。

【0081】尚、上記第2の実施の形態においては、長波帯分離部70Bの動作を中心に説明したが、中波帯分離部80Bの動作についても、同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0082】(実施の形態3)次に第3の実施の形態を示す光波長多重化システムについて説明する。図4は第3の実施の形態を示す光波長多重化システム内部の概略構成を示すブロック図である。尚、図1に示す光波長多重化システム1と同一の構成については同一符号を付すことで、その重複する構成及び動作の説明については省略する。

【0083】図4に示す光波長多重化システム1Bが図1に示す光波長多重化システム1と異なるところは、第1光伝送装置10Aからの上り光多重化信号を全て第2光伝送装置10Bに伝送するのではなく、その上り光多重化信号の一部の光信号を第3光伝送装置10Cに分岐伝送する機能を備えた点にある。

【0084】尚、上り光多重化信号の内、 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 5$ 及び $\lambda 6$ の光波長の光信号を第2光伝送装置10Bに伝送し、 $\lambda 3$ 及び $\lambda 4$ の光波長の光信号を第3光伝送装置10Cに分岐伝送するものとする。

【0085】図4に示す第3光伝送装置10Cは、第1光伝送装置10A及び第2光伝送装置10B間の光伝送路2間に配置され、光伝送路2に伝送中の上り光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2 + \lambda 3 + \lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )から所望光波長の光多重化信号( $\lambda 3 + \lambda 4$ )を分離抽出する分岐フィルタ90Cと、この分離後の光多重化信号( $\lambda 3 + \lambda 4$ )から所望の光波長( $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ )を分離抽出する第3光分離部40Cと、この第3光分離部40Cにて夫々分離後の光波長の光信号を電気信号に変換する第3光/電気変換部50Cとを有している。

【0086】第3光分離部40Cは、分岐フィルタ90Cで分離抽出された光多重化信号( $\lambda 3 + \lambda 4$ )から $\lambda 4$ の光波長の光信号を分離抽出する $\lambda 4$ 光分離フィルタ41Cと、この $\lambda 4$ 光分離フィルタ41Cで分離後の光多重化信号( $\lambda 3$ )から $\lambda 3$ の光波長の光信号を分離抽出する $\lambda 3$ 光分離フィルタ42Cとを有している。

【0087】第3光/電気変換部50Cは、 $\lambda 4$ 光分離フィルタ41Cで分離抽出した $\lambda 4$ の光波長の光信号を電気信号に変換する $\lambda 4$ 受光ダイオード51Cと、 $\lambda 3$ 光分離フィルタ42Cで分離抽出した $\lambda 3$ の光波長の光

信号を電気信号に変換する $\lambda 3$ 受光ダイオード52Cとを有している。

【0088】また、第2光伝送装置10Bの第2光分離部40Bは、 $\lambda 6$ 光分離フィルタ41B、 $\lambda 5$ 光分離フィルタ42B、 $\lambda 2$ 光分離フィルタ45B及び $\lambda 1$ 光分離フィルタ46Bの順に配置構成すると共に、第2光/電気変換部50Bは、 $\lambda 6$ 受光ダイオード51B、 $\lambda 5$ 受光ダイオード52B、 $\lambda 2$ 受光ダイオード55B及び $\lambda 1$ 受光ダイオード56Bの順に配置構成している。

【0089】次に第3の実施の形態を示す光波長多重化システム1Bについて説明する。

【0090】第1光伝送装置10Aの第1光多重部30Aは、上り光多重化信号を生成し、この上り光多重化信号を光伝送路2に伝送する。

【0091】第3光伝送装置10Cの分岐フィルタ90Cは、光伝送路2に伝送中の上り光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2 + \lambda 3 + \lambda 4 + \lambda 5 + \lambda 6$ )から光多重化信号( $\lambda 3 + \lambda 4$ )を分離抽出し、この光多重化信号( $\lambda 3 + \lambda 4$ )を第3光分離部40Cに伝送する。

【0092】第3光分離部40Cの $\lambda 4$ 光分離フィルタ41Cは、光多重化信号( $\lambda 3 + \lambda 4$ )から $\lambda 4$ の光波長の光信号を分離抽出し、この $\lambda 4$ の光信号を $\lambda 4$ 受光ダイオード51Cに入力する。 $\lambda 4$ 受光ダイオード51Cは、 $\lambda 4$ の光信号を電気信号に変換し、この電気信号を出力する。

【0093】 $\lambda 3$ 光分離フィルタ42Cは、 $\lambda 4$ 光分離フィルタ41Cの分離後の光多重化信号( $\lambda 3$ )から $\lambda 3$ の光波長の光信号を分離抽出し、この $\lambda 3$ の光信号を $\lambda 3$ 受光ダイオード52Cに入力する。 $\lambda 3$ 受光ダイオード52Cは、 $\lambda 3$ の光信号を電気信号に変換し、この電気信号を出力する。

【0094】また、第3光伝送装置10Cの分岐フィルタ90Cは、分岐した上り光多重化信号( $\lambda 1 + \lambda 2 + \lambda 5 + \lambda 6$ )を光伝送路2に伝送し、この上り光多重化信号を第2光伝送装置10Bに伝送する。

【0095】第3の実施の形態によれば、第1光伝送装置10A及び第2光伝送装置10B間の光伝送路2で第3光伝送装置10Cを配置し、この第3光伝送装置10C内の分岐フィルタ90Cで第1光伝送装置10Aからの光多重化信号から所望の光多重化信号を分離抽出可能とすることで、1対1(第1光伝送装置10A対第2光伝送装置10B)の光波長多重化システムばかりでなく、1対2(第1光伝送装置10A対第2光伝送装置10B及び第3光伝送装置10C)の光波長多重化システムにも対応し、光伝送路2を効率的に活用することができる。

【0096】尚、上記第3の実施の形態においては、1対2、つまり第1光伝送装置10A対第2光伝送装置10B及び第3光伝送装置10Cの光波長多重化システムについて説明したが、1対 $n$ でも適用可能であることは

言うまでもない。

【0097】尚、説明の便宜上、上記第2及び第3の実施の形態においては、第1光伝送装置10Aから第2光伝送装置10B若しくは第3光伝送装置10Cへの上り光多重化信号を伝送する光波長多重化システムについて説明したが、第2光伝送装置10B若しくは第3光伝送装置10Cから第1光伝送装置10Aへの下り光多重化信号を伝送する場合であっても、同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0098】また、上記実施の形態においては、光波長多重化システムとして6光波長多重を例にあげて説明したが、8光波長多重であっても、それ以上若しくは、それ以下の本数の光波長多重であっても、同様の効果が得られることは言うまでもない。

【0099】

【発明の効果】上記のように構成された本発明の光伝送システムによれば、光分離化手段が光多重化手段にて光多重化信号を生成する際に生じた光波長毎の光挿入損失が多い順序に基づいて、光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出するようにしたので、光多重化手段で光挿入損失が多い順から各光波長の光信号を分離抽出することで、同一フィルタ特性を用いたとしても、各光波長の多重及び分離に要するトータルの光挿入損失を極力均等に抑制することで長距離の光多重伝送に対応することができる。

【0100】また、本発明の光伝送方法によれば、光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出する場合、光多重化信号を生成する際に生じた光波長毎の光挿入損失が多い順序に基づいて、光多重化信号から所望の光波長の光信号を分離抽出するようにしたので、光多重化手段で光挿入損失が多い順から各光波長の光信号を分離抽出することで、同一フィルタ特性を用いたとしても、各光波長の多重及び分離に要するトータルの光挿入損失を極力均等に抑制することで長距離の光多重伝送に対応することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の光伝送システムにおける第1の実施の形態を示す光波長多重化システム内部の概略構成を示すブロック図

【図2】第1の実施の形態に関わる発光レーザが発する光信号の光波長と出力特性との関係を示す説明図a) 波長非選択性光源(FP-LD)の場合  
b) 波長選択性光源(DFB-LD)の場合

【図3】第2の実施の形態を示す光波長多重化システム内部の概略構成を示すブロック図

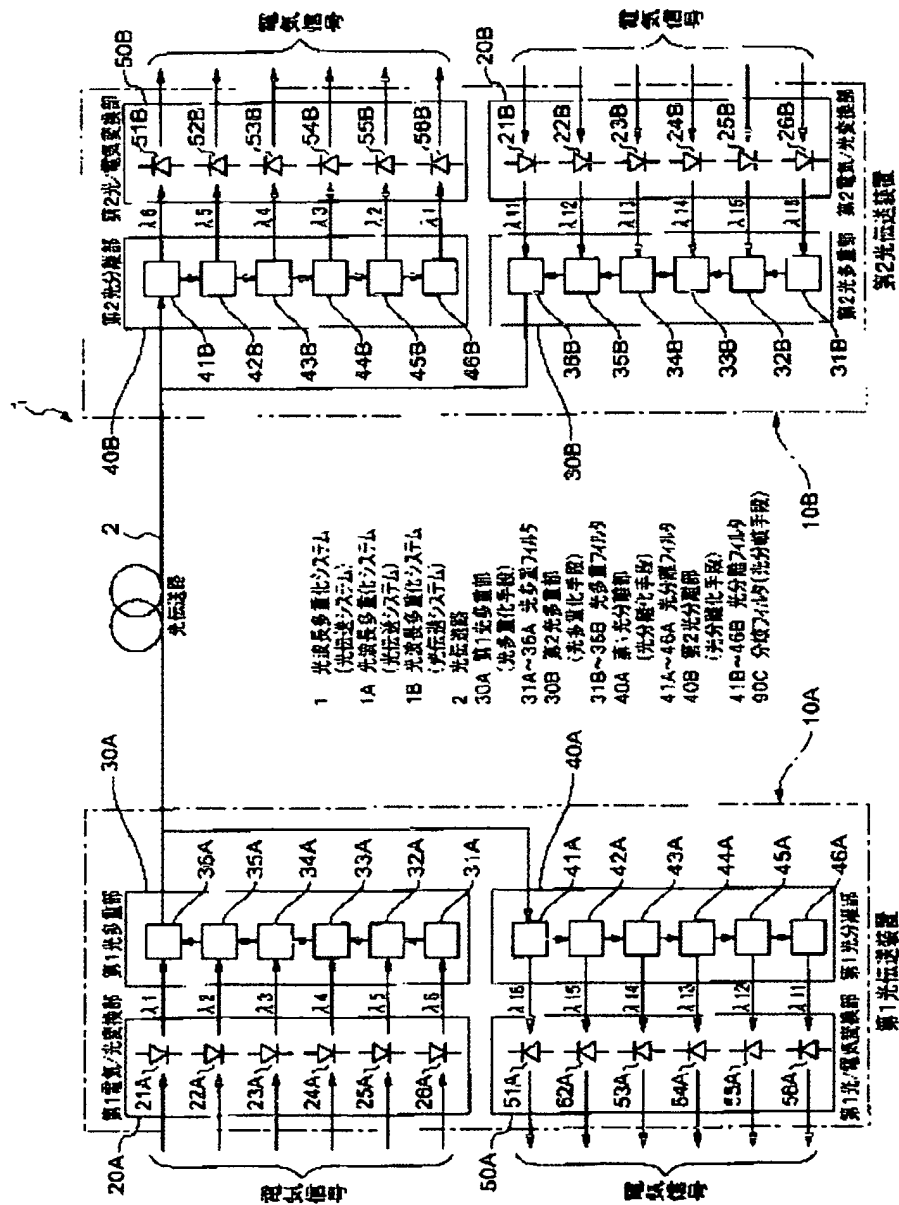
【図4】第3の実施の形態を示す光波長多重化システム内部の概略構成を示すブロック図

【図5】従来技術の光波長多重化システム内部の概略構成を示すブロック図

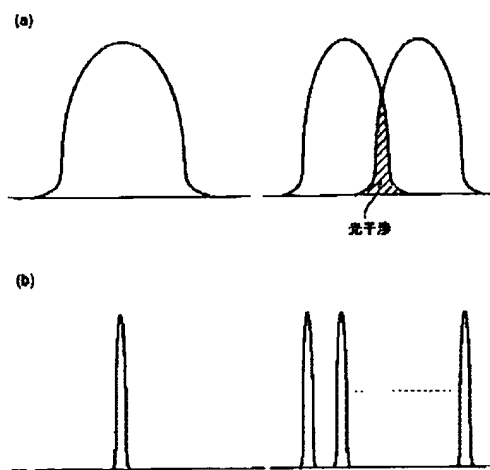
【符号の説明】

- |                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| 1 光波長多重化システム (光伝送システム)  | 31B~36B 光多重フィルタ     |
| 1A 光波長多重化システム (光伝送システム) | 40A 第1光分離部 (光分離化手段) |
| 1B 光波長多重化システム (光伝送システム) | 41A~46A 光分離フィルタ     |
| 2 光伝送路                  | 40B 第2光分離部 (光分離化手段) |
| 30A 第1光多重部 (光多重化手段)     | 41B~46B 光分離フィルタ     |
| 31A~36A 光多重フィルタ         | 90C 分岐フィルタ (光分岐手段)  |
| 30B 第2光多重部 (光多重化手段)     |                     |

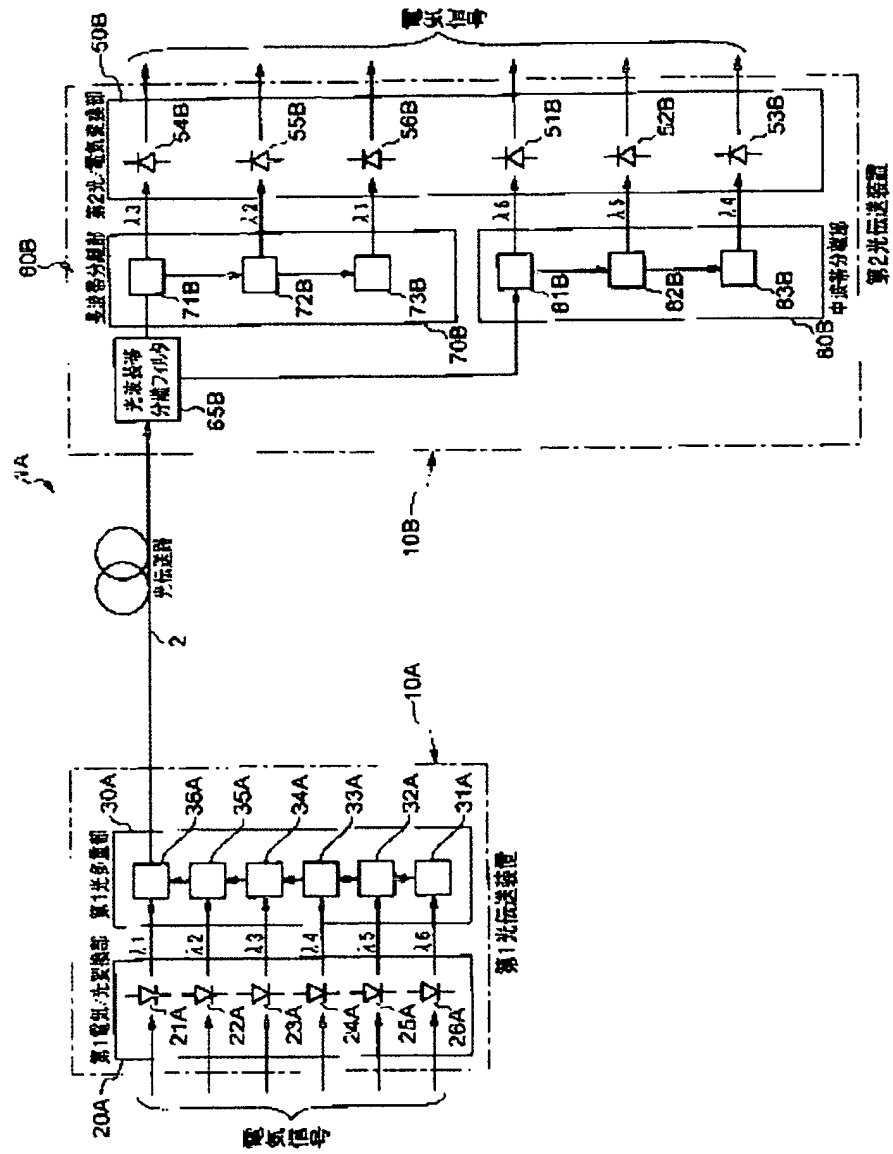
【図1】



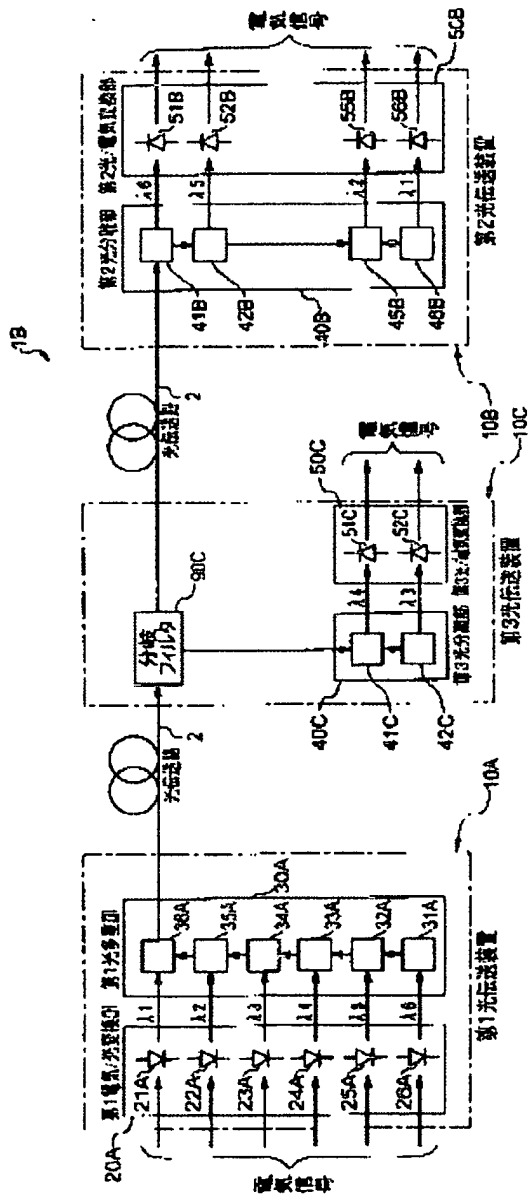
【图2】



【図3】



【図4】



【図5】

